

# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen:

102 35 414.6

Anmeldetag:

02. August 2002

Anmelder/Inhaber:

ROBERT BOSCH GMBH,  
Stuttgart/DE

Bezeichnung:

Verfahren und Vorrichtung zur Ermittlung  
des Bevorstehens einer unausweichbaren  
Kollision

IPC:

G 08 G 1/16

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 27. März 2003  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident

Im Auftrag

Hiebinger

01.07.02 Hc/Pz

5

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

10 Verfahren und Vorrichtung zur Ermittlung des Bevorstehens  
einer unausweichbaren Kollision

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren und eine  
Vorrichtung zur Ermittlung des Bevorstehens einer  
15 unausweichbaren Kollision eines Fahrzeugs mit einem Objekt,  
wobei in Abhängigkeit der maximal möglichen Längs- bzw.  
Querbeschleunigungen des Fahrzeugs und des mindestens einen  
Objekts alle Aufenthaltsorte innerhalb eines bestimmbaren  
Vorhersagezeitraums vorausbestimmt werden. Unter  
20 zusätzlicher Berücksichtigung der Ausdehnungen des Fahrzeugs  
und des mindestens einen Objektes kann das Bevorstehen einer  
unausweichbaren Kollision zwischen dem Fahrzeug und dem  
Objekt erkannt werden.

25 Stand der Technik

Aus der DE 197 22 947 C1 ist ein Verfahren und eine  
Vorrichtung zur Bestimmung eines zukünftigen Kursverlaufs  
oder Kursbereichs eines Fahrzeugs beschrieben, dessen  
30 Fahrgeschwindigkeit in Abhängigkeit von einem Abstand zu  
vorausfahrenden Fahrzeugen regelbar ist, wobei der  
zukünftige Kursbereich wenigstens anhand eines Kursverlaufs  
eines vorausfahrenden Fahrzeugs bestimmt wird. Dazu wird zu  
allen detektierten vorausfahrenden Fahrzeugen ein seitlicher  
35 Querversatz bestimmt. Gemäß einer Weiterbildung der

Erfindung wird der bestimmte zukünftige Kursbereich anhand detektierter stationärer Objekte begrenzt.

Kern und Vorteile der Erfindung

5

Der Kern der vorliegenden Erfindung ist es, ein Verfahren und eine Vorrichtung anzugeben, die es ermöglichen, das Bevorstehen einer unausweichbaren Kollision eines Fahrzeugs mit mindestens einem Objekt zu erkennen und in Abhängigkeit dieser Erkennung geeignete Maßnahmen einzuleiten.

10

Erfindungsgemäß wird dieses durch die Merkmale der unabhängigen Ansprüche gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen und Ausgestaltungen ergeben sich aus den Unteransprüchen.

15

Vorteilhafterweise werden bei Erkennen einer bevorstehenden, unausweichbaren Kollision Maßnahmen eingeleitet, die den Fahrer des Fahrzeugs warnen und/oder die Kollisionsstärke reduzieren und/oder das Verletzungsrisiko der Insassen mindern und/oder das Fahrzeug so beeinflussen, dass das Verletzungsrisiko der Insassen vermindert wird. Hierunter ist insbesondere das Einleiten einer Notbremsung, die eine Verzögerung aufweist, die in etwa der maximal möglichen Fahrzeugverzögerung entspricht, gemeint, das Auslösen von Rückhaltesystemen, insbesondere von Gurtstraffern und/oder Airbags gemeint bzw. das gezielte Verzögern einzelner Fahrzeugräder gemeint, wodurch das Fahrzeug in der bevorstehenden, unausweichbaren Kollision derart mit dem Objekt kollidiert, dass für die Insassen ein minimiertes Verletzungsrisiko besteht.

20

25

30

Weiterhin ist es vorteilhaft, dass zur Vorausbestimmung der zukünftigen Aufenthaltsorte des Fahrzeugs und des mindestens einen Objekts mindestens eine der Größen momentane Position, momentane Längs- und Quergeschwindigkeit,

35

Orientierungsrichtungen des Objektes und/oder des Fahrzeugs,

sowie die räumlichen Objektausdehnungen ausgewertet werden.  
Unter der momentanen Position ist hierbei die  
Relativposition des mindestens einen Objektes zu dem  
Fahrzeug zu verstehen oder aber auch die Positionen des  
5 Fahrzeugs und des Objektes in Verbindung mit der  
Gesamtumfeldsituation, die beispielsweise ruhende Objekte am  
Fahrzeugrand mit einbeziehen kann. Die Größen, momentane  
Position, momentane Längs- und Quergeschwindigkeit sowie  
Orientierungsrichtung des Fahrzeugs und des Objektes können  
10 durch geeignete Sensoreinrichtungen erkannt werden und dem  
erfindungsgemäßen Verfahren als Eingangsgrößen zugeführt  
werden.

Besonders vorteilhaft ist es, dass die momentane Position,  
15 die momentane Längs- und Quergeschwindigkeit sowie die  
Orientierungsrichtung des Fahrzeugs oder des Objektes sowie  
die räumliche Objektausdehnung, insbesondere in  
Lateralrichtung, mit mindestens einem Radar, Lidar- oder  
Videosensor oder einer Kombination hieraus ermittelt werden.

Weiterhin ist es vorteilhaft, dass die Annahme der maximal  
möglichen Längs- bzw. Querbeschleunigungen des mindestens  
einen Objekts oder der Objekte in Abhängigkeit einer  
Zuordnung der Objekte zu Objektklassen durchgeführt wird.

25 Die Abgrenzung der einzelnen Objektklassen untereinander  
kann erfindungsgemäß nach unterschiedlichen Kriterien  
erfolgen. Besonders vorteilhaft ist hierbei zu erwähnen,  
dass die Zuordnung der Objekte zu Objektklassen in  
Abhängigkeit der Detektion durch unterschiedliche

30 Sensorsysteme erfolgt. Je nach dem ob ein Objekt mittels  
eines Radar, Lidar- oder Videosensors erkannt werden kann  
oder von einer Kombination hieraus erkannt werden kann,  
können die Objekte den Objektklassen zugeordnet werden. Die  
Zuordnung der Objekte zu den Objektklassen erfolgt in  
35 Abhängigkeit der Meßdaten eines oder mehrerer Sensoren

vorteilhafterweise anhand der durch Lidar- und/oder  
radarsensoren gemessenen Objektausdehnung oder anhand des  
videosensorisch ermittelten Grauwertmusters. Beispielsweise  
ist ein Fußgänger mittels eines Videosensors eher erkennbar,  
5 wobei ein Radarsensor in diesem Fall eine wesentlich  
unzuverlässigere Detektion erlaubt. Weiterhin ist es im  
Sinne der Erfindung, dass die Zuordnung der Objekte zu  
Objektklassen in Abhängigkeit der gemessenen  
10 Objektgeschwindigkeiten erfolgt. Mittels einer derartigen  
Objektklassifikation lassen sich die erkannten Objekte  
beispielsweise in stehende, angehaltene, langsambewegende  
oder schnellbewegende Objekte einordnen. Aufgrund dieser  
Zuordnung ist es weiterhin möglich, eine Einschätzung über  
die zukünftige, maximal mögliche Beschleunigung der Objekte  
15 sowie deren Beschleunigungsrichtungen voraussagen.

Weiterhin ist es vorteilhaft, dass der Zeitraum, für den  
eine Voraussage über das Bevorstehen einer unausweichbaren  
Kollision getroffen wird, veränderbar ist und an die  
20 momentane Verkehrssituation, die durch die Umfeldsensorik  
erkannt wird, anpaßbar ist. Da das erfindungsgemäße  
Verfahren zukünftige Objekttrajektorien vorausberechnet, ist  
ein hoher Rechenaufwand erforderlich. In Abhängigkeit der  
Anzahl der erkannten Objekte sowie deren Klassifikation ist  
25 es vorteilhaft, wenn der Zeitraum der Vorhersage variabel  
gestaltet wird, da in Abhängigkeit der Objektanzahl und  
Objektklassen der Rechenaufwand sehr unterschiedlich sein  
kann. Durch einen variablen Vorhersagezeitraum lässt sich  
auch die Genauigkeit der Vorhersage in diesem Zeitraum  
30 verändern, wodurch das Verfahren auf die Umfeldsituation  
jederzeit angepaßt werden kann.

Vorteilhafterweise wird das Bevorstehen einer  
unausweichbaren Kollision festgestellt, wenn innerhalb des  
35 Vorhersagezeitraums ein Zustand eintritt, zu dem sich der

vorausberechnete Trajektorienschlauch des Fahrzeugs mit dem  
vorausberechneten Trajektorienschlauch mindestens eines  
Objektes unter Berücksichtigen der jeweils halben Fahrzeug-  
bzw. Objektlateralausdehnungen schneidet und gleichzeitig  
5 keine vorausberechnete mögliche Trajektorie mehr existiert,  
die eine kollisionsfreie Bewegung beschreibt. Bei Vorliegen  
einer derartigen Situation ist eine Kollision unausweichbar  
und es werden geeignete Maßnahmen zur Warnung des Fahrers  
und/oder zur Reduzierung der Kollisionsstärke und/oder des  
10 Verletzungsrisikos der Insassen eingeleitet.

Weiterhin vorteilhaft ist es, dass die von den  
Ausgabemitteln ansteuerbaren Einrichtungen zur Reduzierung  
der Kollisionsstärke und/oder des Verletzungsrisikos der  
15 Insassen mindestens eine der Vorrichtungen  
Verzögerungseinrichtung, Lenkvorrichtung oder Insassen-  
Rückhaltesysteme umfaßt. Durch Ansteuerung mindestens einer  
der genannten Vorrichtungen ist es möglich, bei einer  
festgestellten, bevorstehenden, unausweichbaren Kollision  
20 den Fahrer zu warnen und/oder die Kollisionsstärke zu  
reduzieren und/oder das Verletzungsrisiko der Insassen zu  
mindern.

Von besonderer Bedeutung ist die Realisierung des  
25 erfindungsgemäßen Verfahrens in der Form eines  
Steuerelementes, das für ein Steuergerät eines  
Kraftfahrzeugs vorgesehen ist. Dabei ist auf dem  
Steuerelement ein Programm gespeichert, das auf einem  
Rechengerät, insbesondere auf einem Mikroprozessor oder Asic  
30 ablauffähig und zur Ausführung des erfindungsgemäßen  
Verfahrens geeignet ist. In diesem Fall wird also die  
Erfindung durch ein auf dem Steuerelement abgespeichertes  
Programm realisiert, so dass dieses mit dem Programm  
versehene Steuerelement in gleicher Weise die Erfindung  
35 darstellt wie das Verfahren, zu dessen Ausführung das

Programm geeignet ist. Als Steuerelement kann insbesondere ein elektrisches Speichermedium zur Anwendung kommen, beispielsweise ein Read-Only-Memory.

5 Weitere Merkmale, Anwendungsmöglichkeiten und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen der Erfindung, die in den Figuren der Zeichnung dargestellt sind. Dabei bilden alle beschriebenen oder dargestellten Merkmale für sich oder in beliebiger Kombination den Gegenstand der Erfindung, unabhängig von ihrer Zusammenfassung in den Patentansprüchen oder deren Rückbeziehung sowie unabhängig von ihrer Formulierung bzw. Darstellung in der Beschreibung bzw. in den Zeichnungen.

15  
Zeichnungen

Nachfolgend werden Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand von Zeichnungen erläutert. Es zeigen

20 Figur 1 eine Darstellung des Fahrzeugs sowie des mindestens einen Objekts sowie die Bestimmung der Fahrzeug- bzw. Objektlateralausdehnung,  
Figur 2 die Ermittlung des Trajektorienschlauchs über der Zeit,  
25 Figur 3 die Darstellung der möglichen Aufenthaltsorte zu einem bestimmten Zeitpunkt  $t_1$ ,  
Figur 4 die Trajektorienauswertung für den Fall, dass keine Kollision möglich ist,  
30 Figur 5 die Trajektorienauswertung für den Fall, dass eine Kollision unausweichbar ist,  
Figur 6 ein Blockschaltbild der erfindungsgemäßen Vorrichtung.

35 Beschreibung von Ausführungsbeispielen

In Figur 1 ist dargestellt, wie die Fahrzeug- bzw.  
Objektlateralausdehnung bestimmt wird. Zu erkennen ist das  
Fahrzeug 1, das mit dem erfindungsgemäßen Verfahren  
ausgerüstet ist, sowie das mindestens eine Objekt 2, das in  
diesem Fall beispielhaft als weiteres Fahrzeug dargestellt  
wurde. Es kann sich bei diesem mindestens einen Objekt 2  
aber auch um jedes weitere bewegliche oder stationäre Objekt  
handeln, das im Straßenverkehr vorstellbar ist. Weiterhin  
ist die Fahrzeulgängsachse 3 eingezeichnet, die die  
Mittelachse des Fahrzeugs in Längsrichtung bildet. Die  
Fahrzeulgärlateralausdehnung 4 ist in diesem Falle die halbe  
Fahrzeugbreite, und wird durch die Fahrzeulgängsachse 3  
sowie die äußerste seitliche Berandung des Fahrzeugs  
begrenzt. Analog zur Bestimmung der halben  
Fahrzeulgärlateralausdehnung 4 bestimmt sich die halbe  
Objektlateralausdehnung 6. Diese halbe  
Objektlateralsausdehnung 6 wird begrenzt durch die  
Längsachse 5, die in Bewegungsrichtung des Objektes 2  
orientiert ist sowie der äußersten seitlichen  
Objektbegrenzung. Die Berücksichtigung der halben  
Fahrzeulgärlateralausdehnung bzw. der halben  
Objektlateralausdehnung ist für die Bestimmung des  
Bevorstehens einer unausweichbaren Kollision von besonderer  
Bedeutung. Im Fall, dass die Orientierungsrichtung des  
Objektes beispielsweise in Form der Fahrzeulgängsachse nicht  
berücksichtigt wird oder nicht erfasst werden kann wird ein  
Kreis mit dem Radius der halben Objektlateralausdehnung  
angenommen. Bei Berücksichtigung der Orientierungsrichtung  
des Objektes beispielsweise in Form der Fahrzeulgängsachse  
kann die tatsächliche Objektgeometrie berücksichtigt werden,  
die mittels der Umfeldsensorik erfassbar ist. Die Größe kann  
durch geeignete Sensoren erfaßt und bestimmt werden oder  
falls dies nicht möglich sein sollte ist weiterhin auch  
denkbar, dass die Größe der halben Objektlateralausdehnung

als Standardannahme in Abhängigkeit der erkannten Objektklasse angenommen wird.

In Figur 2 ist die Bestimmung des Trajektorienschlauchs über 5 der Zeit dargestellt. Hierzu wurde ein Raum-Zeit-Diagramm gewählt, in dem  $t$  die Zeitachse darstellt und die Achsen  $x$  und  $y$  ein räumliches Orthogonalsystem in Fahrzeuglängs- und Fahrzeugquerrichtung darstellen. Betrachtet man die momentan maximal mögliche Fahrzeugbeschleunigung, die das Fahrzeug in 10 Zukunft vornehmen kann, so erhält man eine Kurve 7, die die maximale Beschleunigung im Raum-Zeit-Diagramm darstellt.

Trägt man weiterhin eine Kurve auf, die die minimal mögliche Beschleunigung in Fahrzeuglängsrichtung darstellt, wobei hierunter auch eine maximal mögliche Fahrzeugverzögerung 15 gemeint sein kann, so erhält man eine Kurve im Raum-Zeit-Diagramm nach Art der Linie 8. Eine weitere Linie 9 stellt hierbei die maximal mögliche Fahrzeugquerbeschleunigung in eine Richtung dar, die jedoch ebenso in der entgegengesetzten Fahrzeugquerrichtung berechnet wird.

Zusätzlich zu den betrachteten Fällen der Linien 7, 8, 9 werden alle weiteren maximalen Fahrzeugbeschleunigungen in allen anderen Richtungen, die sich aus einer Kombination aus Längs- und Querrichtung zusammensetzt, berechnet, wodurch sich ein Trajektorienschlauch ergibt, der sich in Richtung zukünftiger Zeitpunkte, also in Richtung steigender  $t$ -Werte, 20 immer stärker aufweitet. Schneidet man diesen räumlichen Trajektorienschlauch mit einer Ebene zum Zeitpunkt  $t=t_1$ , wobei die Ebene parallel zur  $xy$ -Ebene aufgestellt wird, so erhält man eine in sich geschlossene Linie 10, die den 25 maximal erreichbaren Bereich abgrenzt, der bis zum Zeitpunkt  $t=t_1$  durch das Fahrzeug erreichbar ist. Punkte innerhalb dieser in sich geschlossenen Linie 10 sind auch mit

Fahrzeuglängs- und -querbeschleunigungen erreichbar, die unterhalb der maximal möglichen Fahrzeugverzögerungen 30 liegen; Punkte außerhalb der in sich geschlossenen Linie 10

sind fahrphysikalisch durch das Fahrzeug 1 nicht bis zum Zeitpunkt  $t=t_1$  durch das Fahrzeug erreichbar. Wahlweise können auch die maximalen Fahrzeugverzögerungen verwendet werden, die den Dynamikbereich eines Komfortsystems begrenzen. In diesem Fall handelt es sich nicht um maximal mögliche, fahrphysikalische Grenzen sondern um Komfortgrenzen. Das gleiche Vorgehen kann auf sämtliche erkannten Objekte 2 angewendet werden, wobei hier zur Berechnung des Trajektorienschlauches Beschleunigungswerte angenommen werden können, die aufgrund der zugeordneten Objektklasse hinterlegt wurden oder Beschleunigungswerte aufgrund der gemessenen Geschwindigkeiten des Fahrzeugs 1 oder des Objektes 2 angenommen werden. Dies ist insbesondere dann vorteilhaft, wenn die von der Fahrzeugumfeldsensorik gelieferten Werte keine Bestimmung der möglichen Beschleunigungswerte des Objektes 2 ermöglichen. Ein derartiger Trajektorienschlauch bestimmt hiermit sämtliche räumlichen und zeitlich in Zukunft liegenden Punkte, die durch das Fahrzeug 1 oder das Objekt 2 fahrphysikalisch erreicht werden können sowie alle die Punkte, die durch das Fahrzeug bzw. das Objekt nicht erreichbar sind. Trägt man die Trajektorienschläuche des Fahrzeug 1 sowie der durch die Fahrzeugumfeldsensorik erkannten Objekte 2 in ein gemeinsames Raum-Zeit-Diagramm gemäß Figur 2 ein, so erhält man mehrere Trajektorienschläuche, deren Auswertung das Erkennen einer unausweichbaren Kollision ermöglichen. Hierzu betrachtet man die Trajektorienschläuche zu unterschiedlichen Zeitpunkten, wobei im Weiteren beispielhaft ein beliebiger Zeitpunkt  $t=t_1$  herausgenommen wird. Schneidet man das Raum-Zeit-Diagramm gemäß Figur 2 mit einer Ebene zum Zeitpunkt  $t=t_1$ , die parallel zur xy-Ebene aufgespannt ist, so schneiden die Trajektorienschläuche des Fahrzeugs 1 sowie der Objekte 2 die aufgespannte Ebene zum Zeitpunkt  $t=t_1$ . Diese Schnittebene wird im Weiteren in Figur 3 betrachtet. Zu sehen ist das räumliche xy-Diagramm, das in

Fahrzeuglängs- und Querrichtung aufgetragen ist und eine vorausberechnete Momentaufnahme zum Zeitpunkt  $t=t_1$  darstellt. In diesem Diagramm sind zwei in sich geschlossene Linien 10, 11 dargestellt, wobei die Linie 10 die Begrenzung aller vom Fahrzeug 1 erreichbaren Punkte zum Zeitpunkt  $t=t_1$  repräsentiert und die Linie 11 die Begrenzung aller von dem mindestens einen Objekt 2 erreichbaren Punkte bis zum Zeitpunkt  $t=t_1$  repräsentiert. Zur Bestimmung ob eine unausweichbare Kollision zwischen dem Fahrzeug und mindestens einem Objekt 2 vorliegt, ist weiterhin eine Berücksichtigung der Fahrzeuglateralausdehnung und der Objektlateraldehnung notwendig.

In Figur 4 ist das gleiche Koordinatensystem dargestellt wie in Figur 3 erläutert. Auch in Figur 4 ist der maximal mögliche Fahrzeugaufenthaltsbereich 10 sowie der maximal mögliche Objektaufenthaltsbereich 11 zum Zeitpunkt  $t=t_1$  aufgetragen. Im Weiteren muß der Punkt der Begrenzungsline des maximal möglichen Fahrzeugaufenthaltsbereichs 10 sowie der Punkt der Begrenzungsline des maximal möglichen Objektaufenthaltsbereichs 11 gefunden werden, die den kürzesten Abstand zueinander aufweisen. Diese beiden Punkte werden in Figur 4 durch den Doppelpfeil 12 angezeigt. Die Länge des Doppelpfeils 12 repräsentiert den minimal erreichbaren Abstand zwischen dem Fahrzeug 1 und dem Objekt 2. Zur Berücksichtigung der Fahrzeuglateralausdehnung muß um den Punkt der Begrenzungsline des maximal möglichen Fahrzeugaufenthaltsbereichs 10, der durch das eine Ende des Doppelpfeils 12 markiert wird, ein Kreis mit dem Radius der halben Fahrzeuglateralausdehnung 4 beschrieben werden. Auf die gleiche Art und Weise wird die Objektlateralausdehnung berücksichtigt, indem um den Punkt der maximal möglichen Objektaufenthaltsbereichs 11, der durch das andere Ende des Doppelpfeils 12 markiert wird, ein Kreis mit dem Radius 6, der der halben Objektlateralausdehnung entspricht,

beschrieben werden. In dem in Figur 4 dargestellten Fall,  
dass sich die Kreise 13 und 14 weder berühren, noch  
überschneiden, kann gefolgert werden, dass eine Kollision  
zwischen dem Fahrzeug 1 und dem Objekt 2 während dem  
5 Zeitraum von  $t=0$  bis  $t=t_1$  nicht möglich ist, da keine  
Bewegungstrajektorie existiert, die unter Berücksichtigung  
der maximal möglichen Fahrzeug- bzw. Objektdynamik zu einer  
Kollision führen wird. Für den Fall, dass sich die Kreise 13  
10 und 14 überschneiden, ist es möglich, dass eine Kollision  
entstehen könnte. Eine Aussage über das Bevorstehen einer  
unausweichbaren Kollision kann jedoch in diesem Fall noch  
nicht getroffen werden.

In Figur 5 ist ein xy-Diagramm zum Zeitpunkt  $t=t_1$   
15 dargestellt, das den Diagrammen aus Figur 3 und 4  
entspricht. In diesem Diagramm ist wieder der maximal  
mögliche Fahrzeugaufenthaltsbereich 10 eingezeichnet sowie  
der maximal mögliche Objektaufenthaltsbereich 11. Zur  
Bestimmung des Bevorstehens einer unausweichbaren Kollision  
20 ist es notwendig, die beiden Punkte auf den Linien 10 und 11  
zu bestimmen, die am weitesten voneinander entfernt liegen.  
Diese beiden Punkte repräsentieren jeweils die  
Bewegungstrajektorien, auf denen sich das Fahrzeug 1 und das  
Objekt 2 zum Zeitpunkt  $t=t_1$  am weitesten voneinander  
25 entfernen können. In Figur 4 werden diese beiden Punkte  
durch die Endpunkte des Doppelpfeils 15 dargestellt, wobei  
die Länge des Doppelpfeils 15 den maximal erreichbaren  
Abstand zwischen dem Fahrzeug 1 und dem Objekt 2 darstellt.  
Beschreibt man um den Endpunkt des Doppelpfeils 15 auf der  
30 Linie 10 einen Kreis 13 mit dem Radius der halben  
Fahrzeuglateralausdehnung 4, so kann man den Bereich  
bestimmen, der bis zum Zeitpunkt  $t=t_1$  vom Fahrzeug 1  
erreichbar ist und durch die Fahrzeugausdehnung abgedeckt  
werden kann. Beschreibt man um den zweiten Endpunkt des  
Doppelpfeils 15 einen Kreis 14 mit dem Radius der halben

Objektlateralausdehnung 6, so beschreibt der Kreis 14 die Objektausdehnung für den Fall, dass sich das Objekt möglichst weit vom Fahrzeug 1 entfernt. Überschneiden sich in dieser Konstruktion die Kreise 13 und 14, so kann mit großer Wahrscheinlichkeit vorhergesagt werden, dass eine unausweichbare Kollision zwischen dem Fahrzeug 1 und dem Objekt 2 besteht. In diesem Fall besteht zum Zeitpunkt  $t=t_1$  keine Fahrzeugtrajektorie und keine Objekttrajektorie auf denen sich das Fahrzeug 1 bzw. das Objekt 2 bewegen können um eine Kollision miteinander zu vermeiden. In diesem Fall werden geeignete Maßnahmen ausgelöst, die die unausweichbare Kollision vermindern sollen bzw. das Verletzungsrisiko der Insassen verringern sollen.

In Figur 6 ist eine Vorrichtung 28 zum Durchführen des erfindungsgemäßen Verfahrens abgebildet. Die Vorrichtung 28 umfasst ein Eingangsfeld 16, dem Signale 19 bis 20 von Sensoreinheiten 17 bis 18 zugeführt werden. Die Sensoreinheiten 17 bis 18 können vorteilhafterweise Radar-, Lidar- oder Videosensoren sein, die das Fahrzeugumfeld in verschiedenen Entfernung und im Hinblick auf verschiedene Objektarten erfassen und dem Eingangsfeld 16 der Vorrichtung 28 zuführen. Die Vorrichtung 28 umfasst weiterhin eine Datenaustauscheinrichtung 21, die die Eingangssignale des Eingangsfeldes 16 zur Ermittlungseinheit 22 leitet, sowie Daten von der Ermittlungseinheit 22 zum Ausgangsfeld 23 weiterleitet. Vorteilhafterweise ist die Datenaustauscheinrichtung 21 als Bussystem ausgeführt, das per Se bekannt ist und vorteilhafterweise als CAN-Bus realisiert sein kann. In der Ermittlungseinheit 22 werden die der Vorrichtung 28 zugeführten Signale 19 bis 20 gemäß dem beschriebenen Verfahren zur Feststellung des Bevorstehens einer unausweichbaren Kollision ausgewertet und gegebenenfalls ein geeignetes Ausgangssignal erzeugt. Das derart erzeugte Ausgangssignal wird von der Ermittlung 22

über die Datenaustauscheinrichtung 21 an das Ausgangsfeld 23  
weitergeleitet, und von hier aus in Form der Ausgangssignale  
26 bis 27 an die ansteuerbaren Einrichtungen 24 bis 25  
weitergeleitet. Bei diesen ansteuerbaren Einrichtungen 24  
5 bis 25 handelt es sich vorteilhafterweise um mindestens eine  
Verzögerungseinrichtung und/oder eine Lenkvorrichtung  
und/oder mindestens ein Insassen-Rückhaltesystem, die bei  
einer erkannten, unausweichbaren Kollision derart  
angesteuert werden, dass die Kollisionsstärke bzw. das  
10 Verletzungsrisiko der Insassen minimiert wird.

01.07.02 Hc/Pz

5

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

10

Ansprüche

1. Verfahren zur Ermittlung des Bevorstehens einer unausweichbaren Kollision eines Fahrzeugs mit mindestens einem Objekt, dadurch gekennzeichnet, dass in Abhängigkeit der maximal möglichen Längs- bzw. Querbeschleunigungen des Fahrzeugs und des mindestens einen Objekts alle Aufenthaltsorte innerhalb eines bestimmmbaren Vorhersagezeitraums vorausbestimmt werden, die durch die maximal möglichen Längs- bzw. Querbeschleunigungen innerhalb des Vorhersagezeitraums erreichbar sind, und unter Berücksichtigung der Ausdehnungen des Fahrzeugs und des mindestens einen Objektes das Bevorstehen einer unausweichbaren Kollision zwischen dem Fahrzeug und dem mindestens einen Objekt erkannt wird.

20

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass bei Erkennen einer bevorstehenden, unausweichbaren Kollision Maßnahmen eingeleitet werden, die die Kollisionsstärke reduzieren und/oder das Verletzungsrisiko der Insassen mindern und/oder das Fahrzeug so beeinflussen, dass das Verletzungsrisiko der Insassen vermindert wird und/oder den Fahrer warnen.

25

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass  
zur Vorausbestimmung der zukünftigen Aufenthaltsorte des  
Fahrzeugs und des mindestens einen Objekts mindestens eine  
der Größen momentane Position, momentane Längs- und  
5 Quergeschwindigkeit, Orientierungsrichtung des Objektes  
sowie räumliche Objektausdehnung ausgewertet wird, jedoch  
nicht notwendigerweise alle.

10 4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass  
die momentane Position, die momentane Längs- und  
Quergeschwindigkeit, die Orientierungsrichtung des Objektes  
sowie die räumliche Objektausdehnung mit mindestens einem  
Radar-, Lidar- oder Videosensor oder einer Kombination  
hieraus ermittelt wird.

15 5. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass  
die Annahme der maximal möglichen Längs- bzw.  
Querbeschleunigungen des mindestens einen Objekts oder der  
Objekte in Abhängigkeit einer Zuordnung der Objekte zu  
20 Objektklassen durchgeführt wird.

25 6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass  
die Zuordnung der Objekte zu Objektklassen in Abhängigkeit  
der Detektion durch unterschiedliche Sensorsysteme erfolgt.

7. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass  
die Zuordnung der Objekte zu Objektklassen in Abhängigkeit  
der mit einem Video- oder Lidarsensor gemessenen  
Objektausdehnung erfolgt.

30 8. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass  
die Zuordnung der Objekte zu Objektklassen in Abhängigkeit  
des videosensorisch gefundenen Grauwertmusters erfolgt.

9. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Zeitraum für den eine Voraussage über das Bevorstehen einer unausweichbaren Kollision getroffen wird, veränderbar ist und in Abhängigkeit der Verkehrssituation verändert wird.

5

10. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Bevorstehen einer unausweichbaren Kollision festgestellt wird, wenn innerhalb des Vorhersagezeitraums ein Zustand eintreten wird, zu dem sich der Trajektorienschlauch des Fahrzeugs mit dem Trajektorienschlauch mindestens eines Objekts schneidet und unter Berücksichtigung der jeweils halben Fahrzeug- bzw. Objektlateralausdehnungen, keine Trajektorie mehr existiert, die eine kollisionsfreie Bewegung beschreibt.

10

15. Vorrichtung zur Ermittlung des Bevorstehens einer unausweichbaren Kollision eines Fahrzeugs mit mindestens einem Objekt, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung Eingangsmittel umfaßt, mittels denen der Vorrichtung Eingangssignale von mindestens einem Radar- Lidar- oder Videosensor oder einer Kombination hieraus zugeführt werden, dass die Vorrichtung eine Ermittlungseinheit umfaßt, in der das Bevorstehen einer unausweichbaren Kollision mit mindestens einem Objekt ermittelbar ist, und dass die Vorrichtung Ausgabemittel zur Ansteuerung von Einrichtungen umfaßt, mittels denen bei Erkennen einer bevorstehenden, unausweichbaren Kollision Maßnahmen eingeleitet werden, die die Kollisionsstärke reduzieren und/oder das Verletzungsrisiko der Insassen reduzieren.

15

20. Vorrichtung nach Anspruch 11 , dadurch gekennzeichnet, dass die von den Ausgabemitteln ansteuerbaren Einrichtungen umfaßt, mittels denen bei Erkennen einer bevorstehenden, unausweichbaren Kollision Maßnahmen eingeleitet werden, die die Kollisionsstärke reduzieren und/oder das Verletzungsrisiko der Insassen reduzieren.

20

25. Vorrichtung nach Anspruch 11 , dadurch gekennzeichnet, dass die von den Ausgabemitteln ansteuerbaren Einrichtungen umfaßt, mittels denen bei Erkennen einer bevorstehenden, unausweichbaren Kollision Maßnahmen eingeleitet werden, die die Kollisionsstärke reduzieren und/oder das Verletzungsrisiko der Insassen reduzieren.

25

30. Vorrichtung nach Anspruch 11 , dadurch gekennzeichnet, dass die von den Ausgabemitteln ansteuerbaren Einrichtungen umfaßt, mittels denen bei Erkennen einer bevorstehenden, unausweichbaren Kollision Maßnahmen eingeleitet werden, die die Kollisionsstärke reduzieren und/oder das Verletzungsrisiko der Insassen reduzieren.

30

mindestens eine der Vorrichtungen Verzögerungseinrichtung,  
Lenkvorrichtung oder Insassenrückhaltesysteme umfaßt.

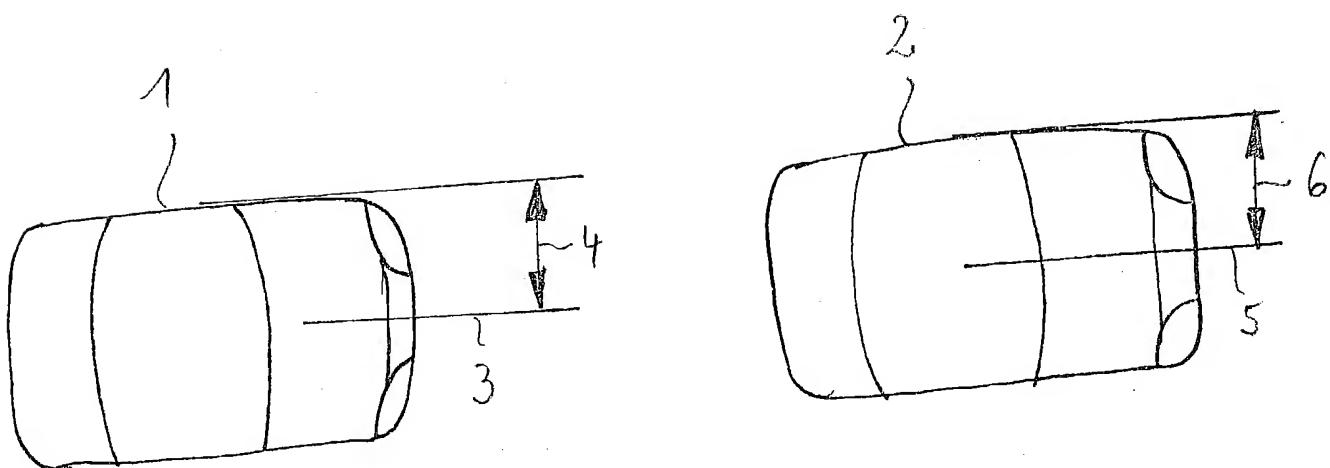
01.07.02 Hc/Pz

5 ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

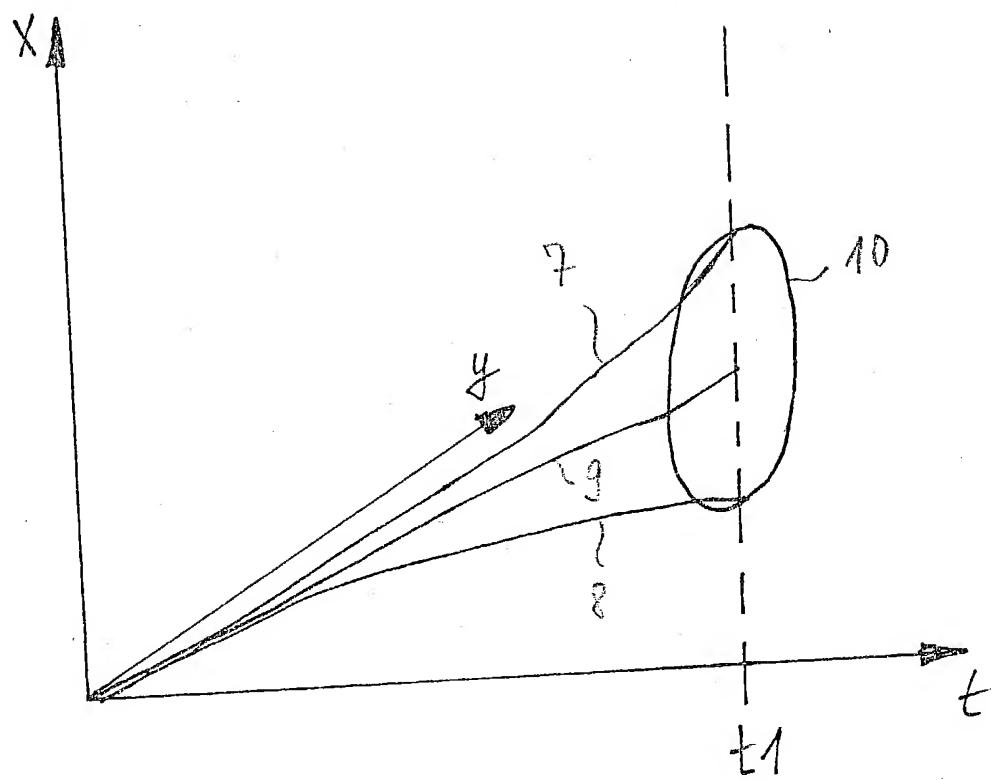
10 Zusammenfassung

Verfahren und Vorrichtung zur Ermittlung des Bevorstehens einer unausweichbaren Kollision eines Fahrzeugs mit einem Objekt, wobei in Abhängigkeit der maximal möglichen Längs- bzw. Querbeschleunigungen des Fahrzeugs und des mindestens 15 einen Objekts alle Aufenthaltsorte innerhalb eines bestimmbaren Vorhersagezeitraums vorausbestimmt werden. Unter zusätzlicher Berücksichtigung der Ausdehnungen des Fahrzeugs und des mindestens einen Objektes kann das Bevorstehen einer unausweichbaren Kollision zwischen dem 20 Fahrzeug und dem Objekt erkannt werden.

(Fig. 1)

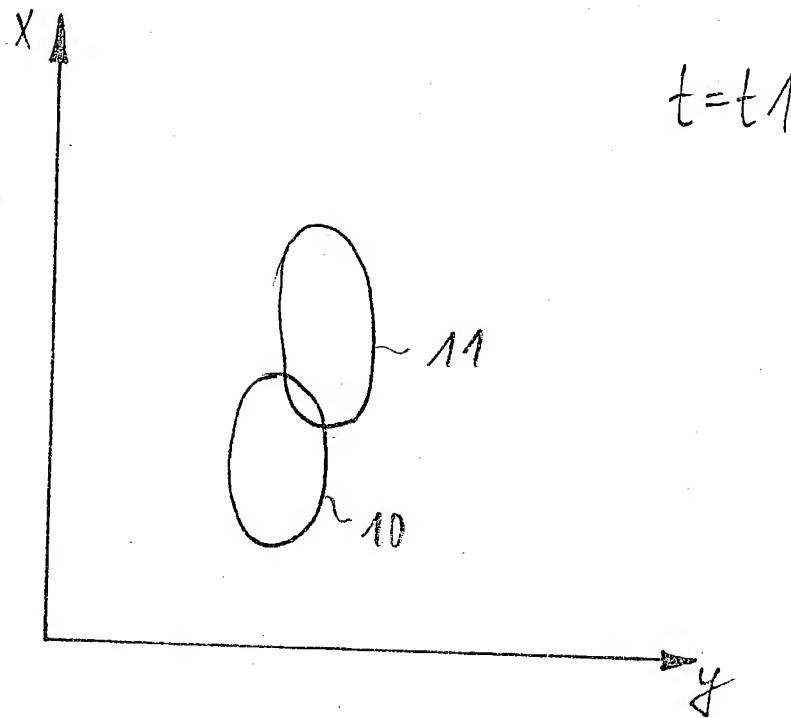


Figur 1

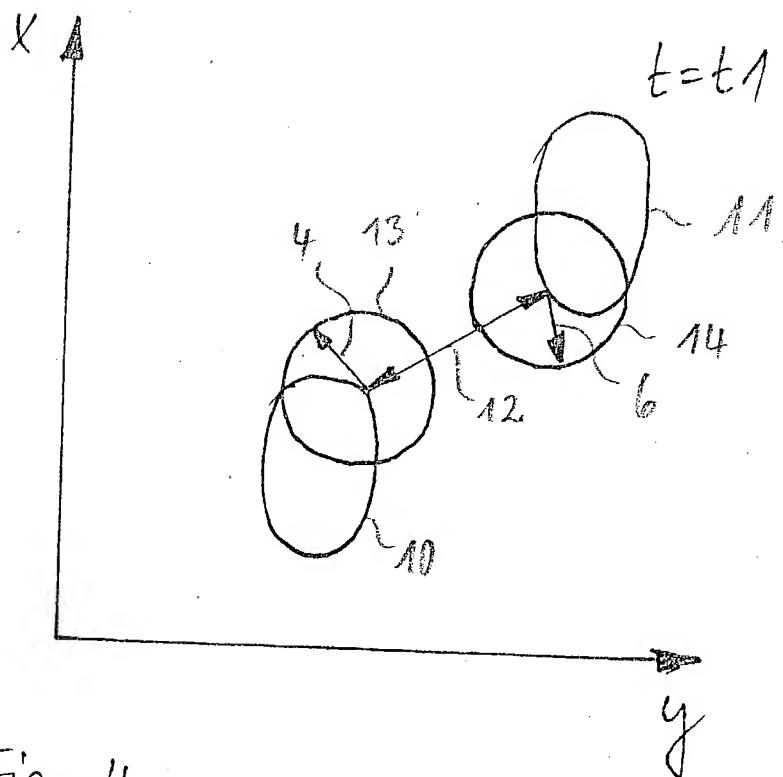


Figur 2

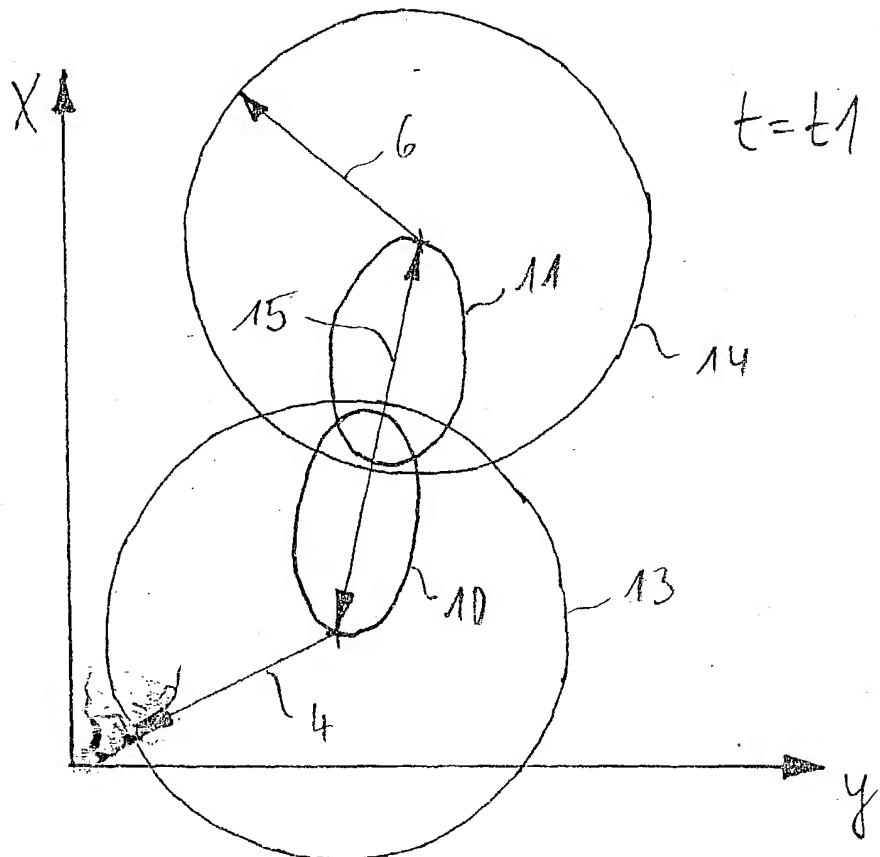
R.302358  
Seite 2/3



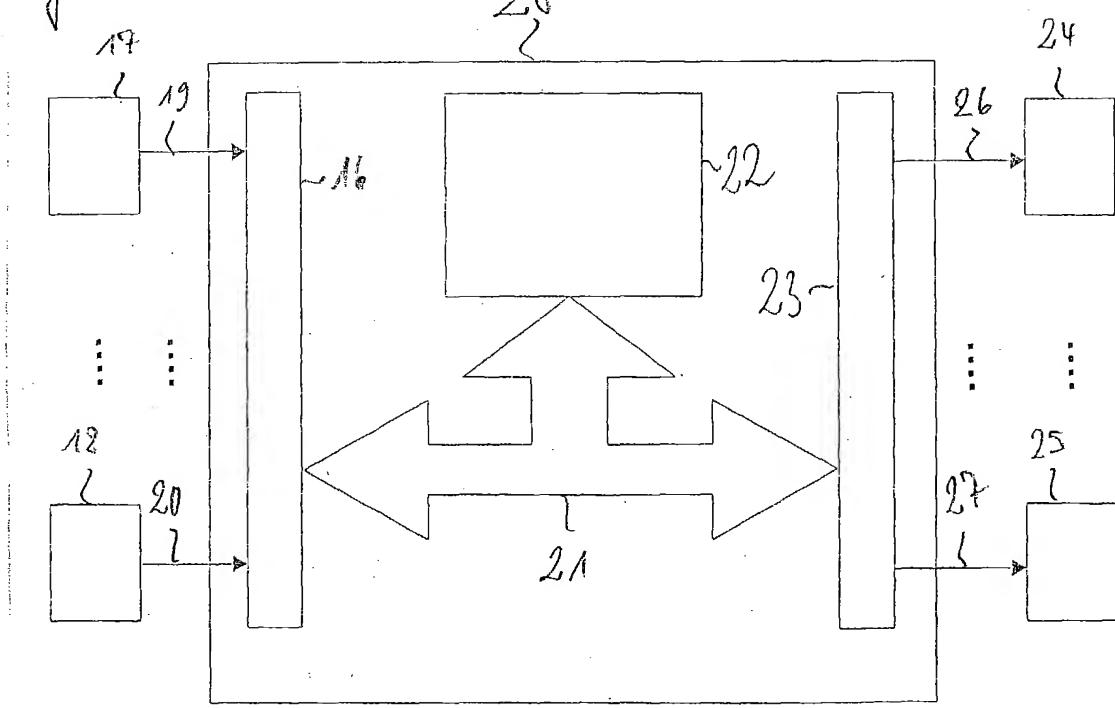
Figur 3



Figur 4



Figur 5



Figur 6